

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 798**

51 Int. Cl.:

**F24F 11/30** (2008.01)

**F24F 140/50** (2008.01)

**G05D 23/19** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2016** **E 16171315 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 3098529**

54 Título: **Control coordinado de un sistema HVAC utilizando una demanda de sistema agregada**

30 Prioridad:

**28.05.2015 US 201514723911**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**03.12.2020**

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)  
One Carrier Place  
Farmington, Connecticut 06032, US**

72 Inventor/es:

**SIMON, EMILE C.;  
KOURAMAS, KONSTANTINOS;  
MUKHERJEE, KUSHAL y  
CYCHOWSKI, MARCIN T.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 797 798 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Control coordinado de un sistema HVAC utilizando una demanda de sistema agregada

### 5 CAMPO

La materia objeto descrita en esta invención se refiere a sistemas HVAC y, más específicamente, al control del equipo de sistemas HVAC.

### 10 ANTECEDENTES

En algunos sistemas conocidos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), los puntos de consigna de los equipos son típicamente fijos o se compensan por el clima (es decir, se determinan en función de la temperatura del aire exterior) sin ninguna retroalimentación de otros sistemas. Como tal, la capacidad de calefacción/refrigeración producida puede diferir de la demanda de un edificio correspondiente a un nivel de confort del edificio deseado. De forma similar, la autoridad del sistema de producción y distribución de capacidad, que se determina a través de sus flujos/presiones y temperaturas de los fluidos, puede ser innecesariamente alta, por lo que una autoridad inferior podría ser suficiente para mantener el confort del edificio. Las desviaciones de capacidad y las altas autoridades pueden dar como resultado un mayor consumo de energía y costes.

El documento US 20110137468 A1 describe un sistema de refrigeración para proporcionar aire acondicionado a una instalación que incluye un enfriador u otro subsistema de refrigeración, un subsistema de torre de refrigeración, y una o más unidades de tratamiento de aire o unidades de refrigeración de procesos. El subsistema de refrigeración puede incluir ventajosamente uno o más enfriadores (por ejemplo, enfriadores de velocidad variable, enfriadores de velocidad constante, enfriadores de absorción, etc.) y bombas de fluido refrigeradas.

Por consiguiente, es deseable proporcionar un sistema de control para mejorar la eficiencia del sistema HVAC y mantener los niveles de confort del edificio.

### 30 BREVE DESCRIPCIÓN

La invención se define por las reivindicaciones independientes 1 y 5.

En un aspecto, se proporciona un sistema de control para un sistema HVAC que tiene una pluralidad de componentes HVAC asociados operativamente con una o más unidades terminales. El sistema de control incluye un módulo de coordinación y un controlador que tiene un procesador y una memoria, estando el controlador asociado operativamente con el módulo de coordinación y en comunicación de señal con la pluralidad de componentes HVAC. El controlador está configurado para determinar una demanda térmica agregada del sistema HVAC, determinar, con el módulo de coordinación, un punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC de la pluralidad de componentes HVAC en función de la demanda térmica agregada determinada, y enviar una señal indicativa de cada punto de consigna operativo determinado a cada componente de HVAC asociado de la pluralidad de componentes HVAC.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como alternativa, las realizaciones adicionales pueden incluir: cuando el controlador está configurado para actualizar los puntos de consigna operativos a intervalos de tiempo predeterminados; cuando la pluralidad de componentes de HVAC comprende una planta de generación de capacidad, una bomba de circulación de fluido, y equipo de ventilación; cuando el equipo de ventilación comprende una unidad de tratamiento de aire; cuando el módulo de coordinación incluye un módulo de modo refrigeración y un módulo de modo calefacción; y/o cuando determinar la demanda térmica agregada del sistema HVAC comprende determinar una demanda térmica agregada de una o más unidades terminales. Las realizaciones ejemplares de la invención pueden incluir cualquiera de estas características en solitario o en cualquier subconjunto.

En otro aspecto, se proporciona un sistema HVAC. El sistema incluye una pluralidad de componentes HVAC, al menos una unidad terminal asociada con cada componente de HVAC de la pluralidad de componentes de HVAC, un módulo de coordinación, y un controlador que tiene un procesador y una memoria, estando el controlador asociado operativamente con el módulo de coordinación y en comunicación de señal con la pluralidad de componentes HVAC y unidades terminales asociadas. El controlador está configurado para determinar una demanda térmica agregada del sistema HVAC, determinar, con el módulo de coordinación, un punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC de la pluralidad de componentes HVAC en función de la demanda térmica agregada determinada, y enviar una señal indicativa de cada punto de consigna operativo determinado a cada componente de HVAC asociado de la pluralidad de componentes HVAC.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como alternativa, las realizaciones adicionales pueden incluir: cuando el controlador está configurado para actualizar los puntos de consigna operativos a intervalos de tiempo predeterminados; cuando la pluralidad de componentes de HVAC comprende una planta de generación de capacidad, una bomba de circulación de fluido, y equipo de ventilación; cuando el equipo de ventilación comprende una unidad de tratamiento de aire; cuando el módulo de coordinación incluye un módulo de modo refrigeración y un módulo de modo calefacción; y/o cuando determinar la demanda térmica agregada del sistema HVAC comprende determinar una demanda térmica agregada de una o más unidades terminales. Las realizaciones ejemplares de la invención pueden incluir cualquiera de estas características en solitario o en cualquier subconjunto.

En aún otro aspecto, se proporciona en esta invención un procedimiento para controlar un sistema HVAC que tiene una pluralidad de componentes HVAC, al menos una unidad terminal asociada con cada componente HVAC de la pluralidad de componentes HVAC, un módulo de coordinación, y un controlador asociado operativamente con el módulo de coordinación y en comunicación de señal con la pluralidad de componentes HVAC y unidades terminales asociadas. El procedimiento incluye determinar una demanda térmica agregada del sistema HVAC, determinar, con el módulo de coordinación, un punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC de la pluralidad de componentes HVAC en función de la demanda térmica agregada determinada, y posteriormente operar cada componente HVAC de la pluralidad de componentes HVAC en el punto de consigna operativo determinado.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como alternativa, otras realizaciones pueden incluir: actualizar los puntos de consigna operativos a intervalos de tiempo predeterminados; donde la pluralidad de componentes HVAC comprende una planta de generación de capacidad, una bomba de circulación de fluido, y equipo de ventilación; donde el equipo de ventilación comprende una unidad de tratamiento de aire; donde el módulo de coordinación incluye un submódulo de modo refrigeración y un submódulo de modo calefacción; donde el punto de consigna operativo para la planta de generación de capacidad es la temperatura del agua, el punto de consigna operativo para la bomba es la presión del agua, y el punto de consigna operativo para la unidad de tratamiento de aire es la temperatura del aire de suministro; donde dicha determinación de una demanda térmica agregada comprende determinar una demanda térmica agregada de una o más unidades terminales; y/o donde dicha determinación de una demanda térmica agregada del sistema HVAC comprende determinar si la planta de generación de capacidad está funcionando en modo refrigeración o en modo calefacción, medir la temperatura del aire de la zona, y dividir el producto del número de unidades terminales de una o más unidades terminales que funcionan en el modo refrigeración o en el modo calefacción y la diferencia entre un punto de consigna de la temperatura del aire de la zona y una temperatura del aire de la zona medida, por el número total de unidades terminales asociadas con la pluralidad de componentes HVAC. Las realizaciones ejemplares de la invención pueden incluir cualquiera de estas características en solitario o en cualquier subconjunto.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las anteriores y otras características, y las ventajas de las realizaciones son evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de un sistema HVAC ejemplar;

la figura 2 es un diagrama de control ejemplar que puede usarse para el sistema mostrado en la figura 1; y

la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para controlar el sistema mostrado en la figura 1.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 ilustra un sistema HVAC ejemplar 10 que generalmente incluye una planta de generación de capacidad 12, una bomba de circulación de fluido 14, un equipo de ventilación 16 y un controlador 18. La planta de generación de capacidad 12 acondiciona (es decir, calienta/enfría) un fluido de transferencia de calor tal como agua, y suministra el fluido acondicionado a la bomba 14 a través de un conducto 20. La bomba 14 suministra posteriormente el fluido acondicionado al equipo de ventilación 16 (a través de un conducto de suministro 22) donde el fluido acondicionado se utiliza para acondicionar el aire forzado a través del equipo de ventilación 16. A continuación, el aire acondicionado se usa para ajustar la temperatura de un edificio o estructura asociada con el sistema HVAC 10. Después, el fluido se devuelve a la planta de generación de capacidad 12 a través de un conducto de retorno 24 donde el fluido se reacondiciona. El controlador 18 está configurado para coordinar la operación de la planta de generación de capacidad 12, la bomba 14 y el equipo de ventilación 16 con una demanda del edificio para reducir el consumo de energía a través de la eficiencia mejorada del sistema.

La planta de generación de capacidad 12 puede ser, por ejemplo, una bomba de calor, un enfriador, o una caldera. Sin embargo, la planta de generación de capacidad 12 puede ser cualquier tipo de planta de generación de capacidad que permita que el sistema HVAC 10 funcione como se describe en esta invención. La planta de  
 5 generación de capacidad 12 está configurada para calentar o enfriar un fluido de transferencia de calor (por ejemplo, agua) para facilitar el acondicionamiento ambiental de los edificios. Como tal, la planta de generación de capacidad 12 puede controlarse para ajustar selectivamente la temperatura del fluido de transferencia de calor.

La bomba de circulación de fluido 14 está configurada para suministrar el fluido de transferencia de calor desde la  
 10 planta de generación de capacidad 12 al equipo de ventilación 16. La bomba 14 puede controlarse para ajustar selectivamente la presión (o flujo) del fluido de transferencia de calor.

El equipo de ventilación 16 puede ser cualquier equipo adecuado para suministrar aire acondicionado a zonas o áreas seleccionadas del edificio. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el equipo de ventilación 16 incluye una  
 15 unidad de tratamiento de aire (AHU) 26 y una pluralidad de unidades terminales 28 conectadas a través de conductos de aire (no mostrados) a esta AHU 26. La AHU 26 está configurada para recibir aire exterior y suministrar el aire exterior (a través de un conducto de suministro 30) a una o más unidades terminales 28, que acondicionan el aire y lo suministran a las zonas asociadas con la unidad o unidades terminales respectivas 28. El aire acondicionado se devuelve posteriormente a la AHU 26 a través de un conducto de retorno 32 donde puede  
 20 reciclarse o expulsarse a la atmósfera. En la realización ilustrada, las unidades terminales 28 son unidades de ventiloconvector. Sin embargo, las unidades terminales 28 pueden ser cualquier equipo adecuado que permita que el sistema HVAC 10 funcione como se describe en esta invención. Por ejemplo, las unidades terminales 28 pueden ser unidades de ventiloconvector (FCU), unidades terminales de aire (ATU), sistemas de volumen de aire variable (VAV), o incluso AHU.

El controlador 18 puede ser un controlador de nivel del sistema configurado para ajustar los puntos de consigna operativos de la planta de generación de capacidad 12, la bomba 14 y el equipo de ventilación 16 en función de las condiciones de carga y la demanda térmica del edificio (que puede estimarse con una diferencia promedio entre una medición de una temperatura ambiente real y una temperatura ambiente de punto de consigna), como se describe  
 30 en esta invención con más detalle. Por ejemplo, un punto de consigna de la planta 12 puede ser una temperatura de suministro de fluido, un punto de consigna de la bomba 14 puede ser una presión o flujo de fluido, y un punto de consigna del equipo 16 puede ser una apertura de válvula o de compuerta, una velocidad del ventilador, un punto de consigna del flujo de aire de suministro y/o de temperatura para ese equipo para una sala o zona. Tal como se usa en esta invención, el término controlador se refiere a un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un circuito  
 35 electrónico, un procesador (compartido, dedicado o de grupo) y una memoria que ejecuta uno o más programas de software o firmware, un circuito lógico combinatorio y/u otros componentes adecuados que proporcionan la funcionalidad descrita.

En la realización ejemplar, el controlador 18 incluye o está en comunicación de señal con un módulo de coordinación  
 40 40 para facilitar el ajuste de los puntos de consigna de la planta de generación de capacidad 12, la bomba 14 y el equipo de ventilación 16. Como se ilustra en la figura 2, el módulo de coordinación 40 incluye un submódulo de modo refrigeración 42 y un submódulo de modo calefacción 44. El módulo de modo refrigeración 42 puede usarse cuando la planta 12 opera en un modo refrigeración, y el segundo módulo de modo 44 puede usarse cuando la planta 12 opera en modo calefacción.

Los módulos 42, 44 pueden incluir tablas de referencia/búsqueda, gráficos, fórmulas y similares para facilitar la determinación de los puntos de consigna operativos para los componentes 12, 14, 16 cuando la planta 12 opera en el modo refrigeración o calefacción. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 2, el controlador 18 determina los puntos de consigna para los componentes 12 y 14 con un gráfico de referencia, y el controlador 18 determina los  
 50 puntos de consigna para el componente 16 con una fórmula predeterminada, todo lo cual puede convertirse en fórmulas, tablas de búsqueda o gráficos de referencia.

Los módulos 42, 44 facilitan la determinación de los puntos de consigna de la planta 12, la bomba 14 y el equipo 16 para una demanda térmica y condiciones de carga específicas, y el controlador 18 ajusta posteriormente los  
 55 componentes 12, 14 y 16 para operar en esos puntos de consigna. Los puntos de consigna pueden actualizarse a intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, cada cinco minutos).

La figura 3 ilustra un procedimiento ejemplar 100 para controlar el sistema HVAC 10 que generalmente incluye las etapas 120, 140 y 160. En la etapa 120, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio. En la etapa 140,  
 60 el controlador 18 determina los puntos de consigna operativos para los componentes HVAC (por ejemplo, 12, 14, 16) que dan como resultado una operación eficiente de todo el sistema HVAC 10. En la etapa 160, el controlador 18 envía una o más señales indicativas del punto o puntos de consigna determinados al componente o componentes

HVAC. El procedimiento 100 puede ejecutarse a intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, cada cinco minutos).

En la etapa 120, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio, que es la demanda térmica total de calefacción o refrigeración requerida por el edificio/sistema atendido por el componente HVAC en consideración (por ejemplo, 12, 14, 16). La demanda actual del edificio se puede determinar de diversas maneras como se representa en las etapas 120a-120e.

Por ejemplo, en la etapa 120a, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio mediante:

$$\text{Ecuación (1)} \Delta T_{Refrig} = \frac{\sum NFRefrigeración \Delta T_i}{N_{totFCUs}} \text{ o } \Delta T_{Calent} = \frac{\sum NFCalentamiento \Delta T_i}{N_{totFCUs}},$$

donde *NFRefrigeración* o *NFCalefacción* son el conjunto de unidades terminales 28 en demanda de refrigeración o calefacción, respectivamente,  $\Delta T_i = RAT_{SP,i} - RAT_i$  es la diferencia entre el punto de consigna de la temperatura del aire de la sala/zona  $RAT_{SP,i}$  y la temperatura ambiental medida  $RAT_i$  (haciendo referencia *i* al número de unidad terminal), y siendo *NtotFCU* el número total de unidades terminales 28 que están conectadas a y atendidas por el componente HVAC (es decir, el número fijo de unidades terminales 28, que siempre es mayor o igual al número de unidades 28 actualmente en demanda de calefacción o refrigeración).

En la etapa 120b, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio mediante:

$$\text{Ecuación (2)} \Delta T_{Refrig} = \frac{\sum NFRefrigeración V_i \Delta T_i}{V_{tot}} \text{ o } \Delta T_{Calent} = \frac{\sum NFCalentamiento V_i \Delta T_i}{V_{tot}},$$

donde la demanda actual del edificio se calcula igual que en la Ecuación (1), excepto donde  $\Delta T_i$  se ponderan según un factor de dimensionamiento  $V_i$  para cada unidad terminal 28 (zona). Estos factores de ponderación  $V_i$  pueden ser, por ejemplo, la capacidad nominal de la unidad, el área o el volumen de la zona atendida por la unidad terminal 28, o una medida de prioridad elegida por el propietario del edificio. La medida  $V_{tot}$  es la suma de todos los factores de ponderación sobre todas las unidades terminales 28 relevantes instaladas en el edificio/sistema 10 (es decir, conectadas al componente HVAC que se coordina con estas unidades terminales 28). Para los casos particulares en los que  $V_i$  es igual a 1, o el área de la zona o el volumen de la zona atendida por esa unidad terminal 28, entonces  $V_{tot}$  es igual al número total de unidades terminales 28 instaladas, o la superficie total del edificio o volumen atendida (a través de las unidades terminales) por el componente HVAC coordinado, respectivamente.

En la etapa 120c, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio utilizando la Ecuación (2), pero donde  $\Delta T_i$  se reemplaza por otra medida relevante de la demanda de la unidad terminal 28 (en el modo calefacción/refrigeración relevante). Todas las señales medidas en la unidad terminal 28 podrían potencialmente aprovecharse para determinar su demanda. En particular, dicho valor de demanda puede ser: velocidad del ventilador o ventiladores, aperturas de válvulas o compuertas, uso de la unidad terminal por los calentadores eléctricos, temperatura del aire que entra o sale de la unidad, una medida de la capacidad o capacidades utilizadas por la unidad terminal, una medida de temperaturas y flujos de fluidos a través de la unidad, o una combinación de los mismos.

En la etapa 120d, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio utilizando mediciones de componentes HVAC (por ejemplo, planta 12, bomba 14, equipo 16) además o en lugar de mediciones de las unidades terminales en las etapas 120a-120c. Dichas mediciones del componente HVAC pueden ser: la velocidad del ventilador o ventiladores, las aperturas de válvulas o compuertas, el uso de la unidad terminal por los calentadores eléctricos, la temperatura del aire que entra o sale de la unidad, la medida de la capacidad o capacidades utilizadas por la unidad terminal, la medida de temperaturas y flujos de fluidos a través de la unidad, o una combinación de los mismos.

En la etapa 120e, el controlador 18 determina la demanda actual del edificio mediante una combinación de uno o más de las etapas 120a-120d.

En la etapa 130, el controlador 18 puede determinar si la planta de generación de capacidad 12 está funcionando en modo refrigeración o en modo calefacción, lo que puede utilizarse para diferenciar entre el uso del módulo de modo refrigeración 42 y el módulo de modo calefacción 44. El funcionamiento en el modo calefacción o refrigeración puede ser la decisión predeterminada/heredada del sistema, o puede ser una decisión que utiliza la medida de demanda del edificio estimada como se describe con las diferentes subetapas de la etapa 120. Se da un ejemplo con el siguiente conjunto de reglas: Comenzar calentamiento si ( $\Delta T > 0$  y  $\Delta T_{Calent.} > 0,75$  °C), iniciar refrigeración si ( $\Delta T < 0$  y  $\Delta T_{Refrig.} < -0,75$  °C), detener calentamiento si ( $\Delta T < 0$  o  $\Delta T_{Calent.} < 0,25$  °C), detener refrigeración si ( $\Delta T > 0$  o  $\Delta T_{Refrig.} > 0,25$  °C), cambio de refrigeración a calefacción si ( $\Delta T > 0$  y  $\Delta T_{Calent.} > 0,5$  °C), y cambio de calefacción a refrigeración

si ( $\Delta T < 0$  y  $\Delta T_{Refrig.} < -0,5$  °C). La  $\Delta T_{Calent.}$  y  $\Delta T_{Refrig.}$  pueden estimarse como se describe con las diferentes subetapas de la etapa 120,  $\Delta T$  se estima de manera similar pero como la demanda promedio sobre todas las zonas ocupadas (independientemente de si las unidades terminales 28 correspondientes están en modo calefacción o refrigeración), y los valores umbral  $\pm 0,25$ ,  $0,5$ ,  $0,75$  °C pueden ajustarse por el propietario del edificio o a través de una escala  
5 apropiada dependiendo del sistema HVAC instalado y/o las características del edificio.

En la etapa 140, el controlador 18 determina los puntos de consigna que se enviarán a los componentes HVAC utilizando el módulo de coordinación 40 y la demanda determinada del edificio de la etapa 120. La etapa 140 puede incluir la determinación de los puntos de consigna para la planta de generación de capacidad 12 (etapa 140a), la  
10 bomba 14 (etapa 140b), y el equipo de ventilación 16 (etapa 140c).

En la etapa 140a, el controlador 18 determina uno o más puntos de consigna que se enviarán a la planta de generación de capacidad 12 a través de las subetapas 142a y 144a. En la etapa 142a, el controlador 18 determina si se usará el submódulo 42 o el submódulo de coordinación 44, dependiendo de si la planta 12 opera en el modo  
15 refrigeración o calefacción, respectivamente. A continuación, en la etapa 144a, el controlador 18 utiliza el módulo de coordinación 40 (es decir, el submódulo 42 o 44 elegido de la etapa 142a) para determinar el punto de consigna de la planta de generación de capacidad en función de la demanda determinada del edificio en la etapa 120. Más específicamente, en la etapa 142a, el controlador 18 ajusta la planta de generación de capacidad 12 en un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (La), aumenta (por ejemplo, linealmente) el  
20 punto de consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (La) hasta un umbral de alta demanda (Ha), y ajusta el punto de consigna de esfuerzo máximo más allá del umbral de alta demanda (Ha). Por ejemplo, los umbrales (La) y (Ha) definen la línea (A) en los gráficos ilustrados en el módulo de coordinación 40 (figura 2).

Los umbrales de demanda (La) y (Ha) pueden determinarse operando unidades terminales 28 con umbrales de  
25 histéresis por encima o más allá de los cuales inician o detienen su esfuerzo de refrigeración/calentamiento. En la realización ejemplar, los umbrales de las unidades terminales 28 se usan para determinar los umbrales (La) y (Ha) (por ejemplo, valores de diferencias de temperatura). Como alternativa, los umbrales de demanda (La) y (Ha) pueden estar relacionados con los porcentajes de esfuerzo de nivel del edificio determinados en la etapa 120 (por ejemplo, 25 %, 50 % y 75 % de una apertura de válvula promedio o de la capacidad total de la planta 12 o del  
30 sistema HVAC).

De manera similar, en la etapa 140b, el controlador 18 determina uno o más puntos de consigna que se enviarán a la bomba de circulación de fluido 14 a través de las subetapas 142b y 144b. En la etapa 142b, el controlador 18  
35 determina si se usará el submódulo de coordinación 42 o 44 dependiendo de si la planta 12 está funcionando en el modo refrigeración o calefacción, respectivamente. A continuación, en la etapa 144b, el controlador 18 utiliza el módulo de coordinación 40 (es decir, el submódulo 42 o 44 elegido en la etapa 142b) para determinar el punto de consigna de la planta de generación de capacidad en función de la demanda determinada del edificio en la etapa 120. Más específicamente, en la etapa 142b, el controlador 18 ajusta la bomba 14 en un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (Lb), y aumenta (por ejemplo, linealmente) el punto de  
40 consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (Lb) hasta un umbral de alta demanda (Hb), y ajusta el máximo punto de consigna de esfuerzo más allá del umbral de alta demanda (Hb). Por ejemplo, los umbrales (Lb) y (Hb) definen la línea (B) en los gráficos ilustrados en el módulo de coordinación 40 (figura 2).

Los umbrales de demanda (Lb) y (Hb) pueden determinarse operando unidades terminales 28 con umbrales de  
45 histéresis por encima o más allá de los cuales inician o detienen su esfuerzo de refrigeración/calentamiento. En la realización ejemplar, los umbrales de las unidades terminales 28 se usan para determinar los umbrales (Lb) y (Hb) (por ejemplo, valores de diferencias de temperatura). Como alternativa, los umbrales de demanda (Lb) y (Hb) pueden estar relacionados con los porcentajes de esfuerzo de nivel del edificio determinados en la etapa 120 (por ejemplo, 25 %, 50 % y 75 % de una apertura de válvula promedio o de la capacidad total de la planta o del sistema  
50 HVAC).

La figura 2 ilustra una elección de umbral ejemplar para la cual (Lb) = (L), (Hb) = (La) = (M) y (Ha) = (H), donde (L) es un Umbral Bajo global, (M) es un Umbral Medio global, y (H) es un Umbral Alto global. Esta elección ejemplar implica que el punto de consigna de esfuerzo de la bomba de circulación de fluido 14 aumenta a su máximo antes de  
55 que el punto de consigna de esfuerzo de la planta 12 aumente.

En la etapa 140c, el controlador 18 determina uno o más puntos de consigna que se enviarán al equipo de ventilación 16 que trata el aire fresco del exterior antes de enviarlo al edificio, tal como al AHU 26, que se utilizará con fines ejemplares. En la etapa 142c, el controlador 18 determina si se usará el submódulo de coordinación 42 o  
60 44 dependiendo de si la planta 12 se opera en el modo refrigeración o calefacción, respectivamente. Se puede usar una tercera alternativa si la planta 12 está apagada, como se describe en esta invención con más detalle. En la etapa 144c, el controlador 18 determina un punto de consigna de la temperatura del aire de suministro (SATsp) de la

AHU 26 suficiente para evitar el sobreenfriamiento o el sobrecalentamiento de un área/zona específica (en el modo calefacción/refrigeración determinado), como se describe en esta invención con más detalle.

5 Cuando la planta de generación de capacidad 12 opera en modo refrigeración, SATsp se determina por:

$$\text{Ecuación (3) } \text{SATsp} = \text{máx(RATsp)} + \text{pérdidas/ganancias del conducto de aire}$$

donde máx(RATsp) es el punto de consigna máximo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas atendidas por esa AHU, y las pérdidas/ganancias del conducto de aire se determinan por:

$$\text{Ecuación (4) } \text{Pérdidas/ganancias del conducto de aire} = (\text{media(RAT)} - \text{EAT}) * \text{SF/EF},$$

15 donde media(RAT) es la temperatura media entre todas las áreas/zonas de las que se extrae el aire y se envía a la AHU (cuyo promedio puede promediar en peso, por ejemplo, con las zonas/áreas o volúmenes o flujo de aire extraído), EAT es la temperatura del aire extraído de las salas por la AHU y medido en la AHU, SF es el flujo de aire suministrado por la AHU al edificio, y EF es el flujo de aire extraído por la AHU del edificio. Si SF y EF se mantienen juntos por diseño, SF/EF puede aproximarse por el valor 1.

20 Cuando la planta de generación de capacidad 12 se opera en el modo calefacción, SATsp se determina por:

$$\text{Ecuación (5) } \text{SATsp} = \text{mín(RATsp)} + \text{pérdidas/ganancias del conducto de aire}$$

donde mín(RATsp) es el punto de consigna mínimo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas atendidas por esa AHU.

25 Cuando la planta de generación de capacidad 12 está apagada, SATsp se determina por:

$$\text{Ecuación (6) } \text{SATsp} = \text{media(RATsp)} + \text{pérdidas/ganancias del conducto de aire}$$

30 donde media(RATsp) es el punto de consigna de temperatura ambiente promedio entre todas las áreas/zonas atendidas por esa AHU.

35 En la etapa 160, el controlador 18 envía los puntos de consigna determinados al componente HVAC asociado y opera estos componentes en los puntos de consigna determinados. Por ejemplo, el punto o puntos de consigna determinados para la etapa 140a se envían a la planta de generación de capacidad 12, el punto o puntos de consigna determinados para las etapas 140b se envían a la bomba de circulación de fluido 14, y el punto o puntos de consigna determinados para las etapas 140c se envían al equipo de ventilación 16 que trata el aire exterior antes de enviarlo a todo el edificio. En algunas realizaciones, se puede usar un filtro 46 (figura 2) para suavizar el cambio del punto de consigna para facilitar la prevención de problemas operativos que puedan ser resultado de un cambio de punto de consigna grande y repentino. A continuación, el control puede regresar a la etapa 120. Como tal, el controlador 18 está programado para realizar las etapas descritas en esta invención.

45 En esta invención se describen sistemas y procedimientos para controlar componentes del sistema HVAC, tales como una planta de generación de capacidad, una bomba de circulación de fluido, y un equipo de ventilación. El control coordina el esfuerzo de los diversos componentes con respecto a una medida agregada de la demanda en las unidades terminales que están conectadas a los componentes. El control obtiene una estimación de la demanda agregada de calefacción/refrigeración de todo el edificio, calcula los puntos de consigna de los componentes en función de la demanda del edificio, filtra los puntos de consigna, y envía los puntos de consigna a los componentes asociados para operar estos componentes en los puntos de consigna determinados. Como tal, los puntos de consigna de los componentes se ajustan periódicamente para satisfacer la demanda del edificio, lo que da como resultado una operación más eficiente de los componentes y ahorro de energía.

55 Aunque la descripción se ha descrito en detalle en relación con solo un número limitado de realizaciones, debería entenderse fácilmente que la descripción no está limitada a dichas realizaciones descritas. Más bien, la descripción puede modificarse para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones o disposiciones equivalentes que no se hayan descrito hasta este momento, pero que sean proporcionales al alcance de la descripción. Además, aunque se han descrito diversas realizaciones, debe entenderse que los aspectos de la descripción pueden incluir solo algunas de las realizaciones descritas. Por consiguiente, la descripción no debe verse limitada por la anterior descripción, sino que está solo limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema HVAC (10) que comprende:
  - 5 una pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16);  
al menos una unidad terminal (28) asociada operativamente con cada componente HVAC (12, 14, 16) de la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16);  
un sistema de control que comprende:
    - 10 un módulo de coordinación (40); y  
un controlador (18) que tiene un procesador y una memoria, estando el controlador (18) asociado operativamente con el módulo de coordinación (40) y en comunicación de señal con la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16), estando el controlador (18) configurado para:
      - 15 determinar una demanda térmica agregada del sistema HVAC (10);  
determinar, con el módulo de coordinación (40), un punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC (12, 14, 16) de la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16) basándose en la demanda térmica agregada determinada; y  
enviar una señal indicativa de cada punto de consigna operativo determinado a cada componente HVAC asociado (12, 14, 16) de la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16),
        - 20 donde la pluralidad de componentes de HVAC (12, 14, 16) comprende una planta de generación de capacidad (12), una bomba de circulación de fluido (14), y equipo de ventilación (16), y  
donde el módulo de coordinación (40) incluye un módulo de modo refrigeración (42) y un módulo de modo calefacción (44),
          - 25 **caracterizado porque** el controlador (18) está configurado para determinar si la planta de generación de capacidad (12) está funcionando en modo refrigeración o en modo calefacción, y  
determinar si se debe usar el submódulo (42) o el submódulo de coordinación (44), dependiendo de si la planta de generación de capacidad (12) funciona en modo refrigeración o en modo calefacción, y
            - 30 donde la determinación del punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC (12, 14, 16) comprende al menos uno de:
              - 35 determinar uno o más puntos de consigna a enviar a la planta de generación de capacidad (12), donde el controlador (18) está configurado para ajustar la planta de generación de capacidad (12) a un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (La), aumentar el punto de consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (La) a un umbral de alta demanda (Ha), y ajustar un punto de consigna de esfuerzo máximo más allá del umbral de alta demanda (Ha),  
determinar uno o más puntos de consigna a enviar a la bomba de circulación de fluido (14), donde el controlador (18) está configurado para ajustar la bomba (14) en un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (Lb), aumentar el punto de consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (Lb) a un umbral de alta demanda (Hb), y ajustar un punto de consigna de esfuerzo máximo más allá del umbral de alta demanda (Hb), y  
determinar uno o más puntos de consigna a enviar al equipo de ventilación (16) que trata el aire fresco del exterior, donde, cuando la planta de generación de capacidad (12) funciona en modo refrigeración, un punto de consigna del aire de suministro (SATsp) se determina por la suma del punto de consigna máximo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas y las pérdidas/ganancias del conducto de aire, y donde, cuando la planta de generación de capacidad (12) funciona en el modo calefacción, un punto de consigna del aire de suministro (SATsp) se determina por la suma del punto de consigna mínimo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas y las pérdidas/ganancias del conducto de aire.
  2. Sistema HVAC (10) según la reivindicación 1, donde el controlador (18) está configurado para actualizar los puntos de consigna operativos a intervalos de tiempo predeterminados.
  3. Sistema HVAC (10) según la reivindicación 1, donde el equipo de ventilación comprende una unidad de tratamiento de aire.
  4. Sistema HVAC (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde determinar la demanda térmica agregada del sistema HVAC (10) comprende determinar una demanda térmica agregada de una o más unidades terminales (28).
  5. Procedimiento para controlar un sistema HVAC (10) que tiene una pluralidad de componentes HVAC (12,

14, 16), al menos una unidad terminal (28) asociada con cada componente HVAC (12, 14, 16) de la pluralidad de HVAC componentes (12, 14, 16), un módulo de coordinación (40), y un controlador (18) asociado operativamente con el módulo de coordinación (40) y en comunicación de señal con la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16) y unidades terminales asociadas (28), comprendiendo el procedimiento:

5

determinar una demanda térmica agregada del sistema HVAC (10);  
determinar, con el módulo de coordinación (40), un punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC (12, 14, 16) de la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16) basándose en la demanda térmica agregada determinada; y

10

operar posteriormente cada componente HVAC (12, 14, 16) de la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16) en el punto de consigna operativo determinado,  
donde el módulo de coordinación (40) incluye un submódulo de modo refrigeración (42) y un submódulo de modo calefacción (44),

15

y donde la pluralidad de componentes de HVAC (12, 14, 16) comprende una planta de generación de capacidad, una bomba de circulación de fluido, y equipo de ventilación,

**caracterizado porque** el controlador (18) está configurado para determinar si la planta de generación de capacidad (12) está funcionando en modo refrigeración o en modo calefacción, y

20

determinar si se debe usar el submódulo (42) o el submódulo de coordinación (44), dependiendo de si la planta de generación de capacidad (12) funciona en modo refrigeración o en modo calefacción, y  
donde la determinación del punto de consigna operativo para al menos un componente HVAC (12, 14, 16) comprende al menos uno de:

25

determinar uno o más puntos de consigna a enviar a la planta de generación de capacidad (12), donde el controlador (18) está configurado para ajustar la planta de generación de capacidad (12) a un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (La), aumentar el punto de consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (La) a un umbral de alta demanda (Ha), y ajustar un punto de consigna de esfuerzo máximo más allá del umbral de alta demanda (Ha),

30

determinar uno o más puntos de consigna a enviar a la bomba de circulación de fluido (14), donde el controlador (18) está configurado para ajustar la bomba (14) en un punto de consigna de esfuerzo mínimo por debajo de un umbral de baja demanda (Lb), aumentar el punto de consigna de esfuerzo desde el umbral de baja demanda (Lb) a un umbral de alta demanda (Hb), y ajustar un punto de consigna de esfuerzo máximo más allá del umbral de alta demanda (Hb), y

35

determinar uno o más puntos de consigna a enviar al equipo de ventilación (16) que trata el aire fresco del exterior, donde, cuando la planta de generación de capacidad (12) funciona en modo refrigeración, un punto de consigna del aire de suministro (SATsp) se determina por la suma del punto de consigna máximo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas y las pérdidas/ganancias del conducto de aire, y donde, cuando la planta de generación de capacidad (12) funciona en el modo calefacción, un punto de consigna del aire de suministro (SATsp) se determina por la suma del punto de consigna mínimo de la temperatura ambiente entre todas las áreas/zonas y las pérdidas/ganancias del conducto de aire.

40

6. Procedimiento de la reivindicación 5, que comprende además actualizar los puntos de consigna operativos a intervalos de tiempo predeterminados.

45

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, donde dicha determinación de una demanda térmica agregada comprende determinar una demanda térmica agregada de una o más unidades terminales (28).

8. Procedimiento de la reivindicación 5, donde el equipo de ventilación comprende una unidad de tratamiento de aire.

50

9. Procedimiento según la reivindicación 8, donde el punto de consigna operativo para la planta de generación de capacidad es la temperatura del agua, el punto de consigna operativo para la bomba es la presión del agua, y el punto de consigna operativo para la unidad de tratamiento de aire es la temperatura del aire de suministro.

55

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, donde dicha determinación de una demanda térmica agregada del sistema HVAC (10) comprende:

determinar si la planta de generación de capacidad está funcionando en modo refrigeración o en modo calefacción;

60

medir la temperatura del aire de la zona; y  
dividir el producto del número de unidades terminales (28) de una o más unidades terminales (28) que operan en el modo refrigeración o el modo calefacción y la diferencia entre un punto de consigna de la temperatura del aire

de la zona y una temperatura del aire de la zona medida, por el total número de unidades terminales (28) asociadas con la pluralidad de componentes HVAC (12, 14, 16).

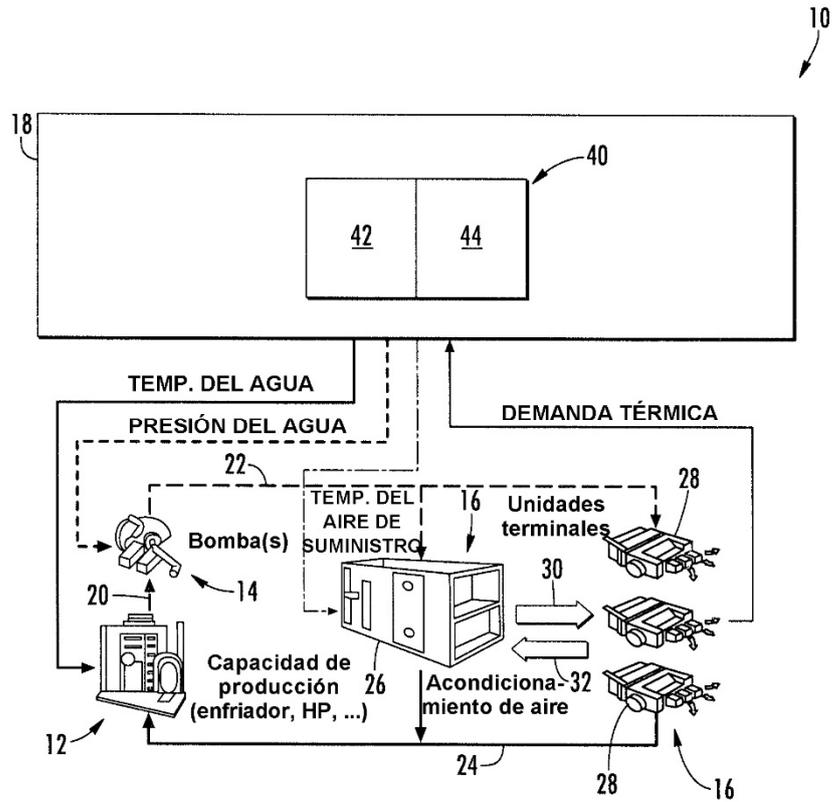


FIG. 1

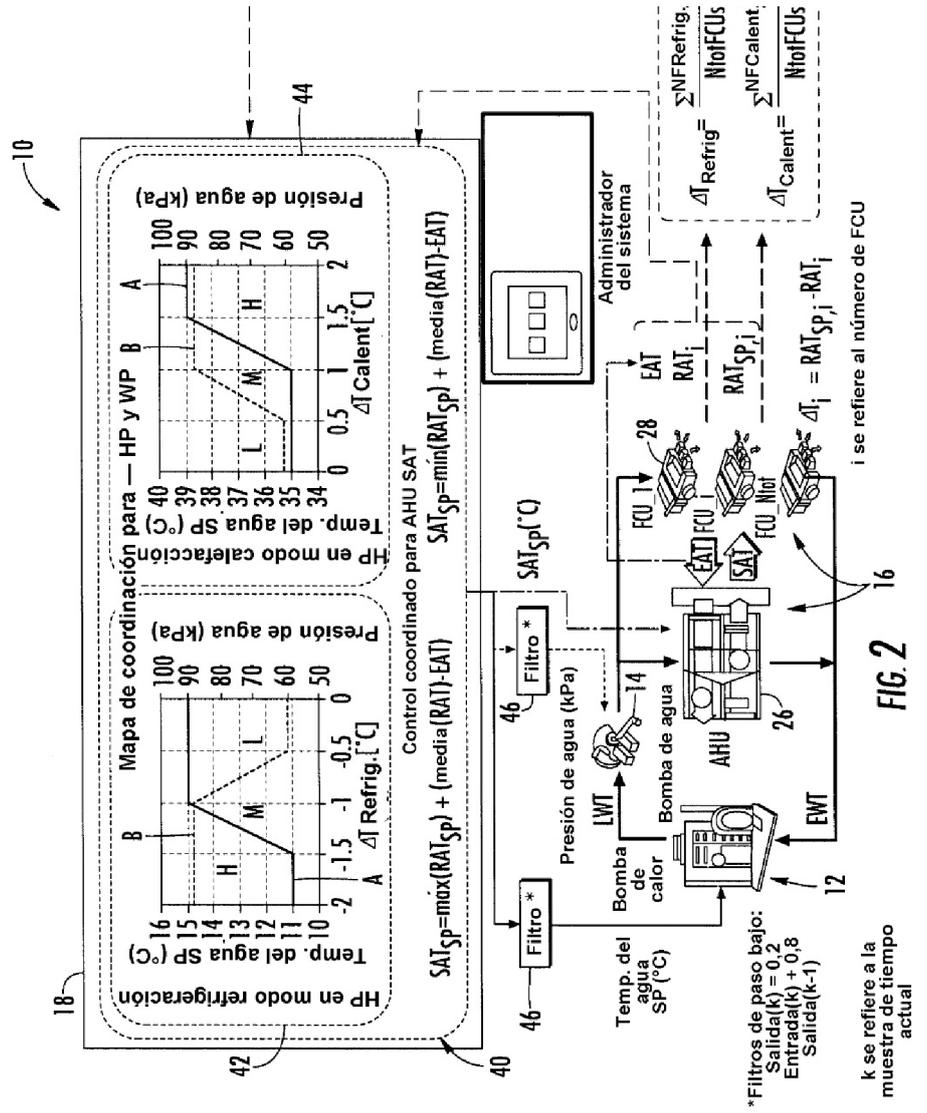


FIG. 2

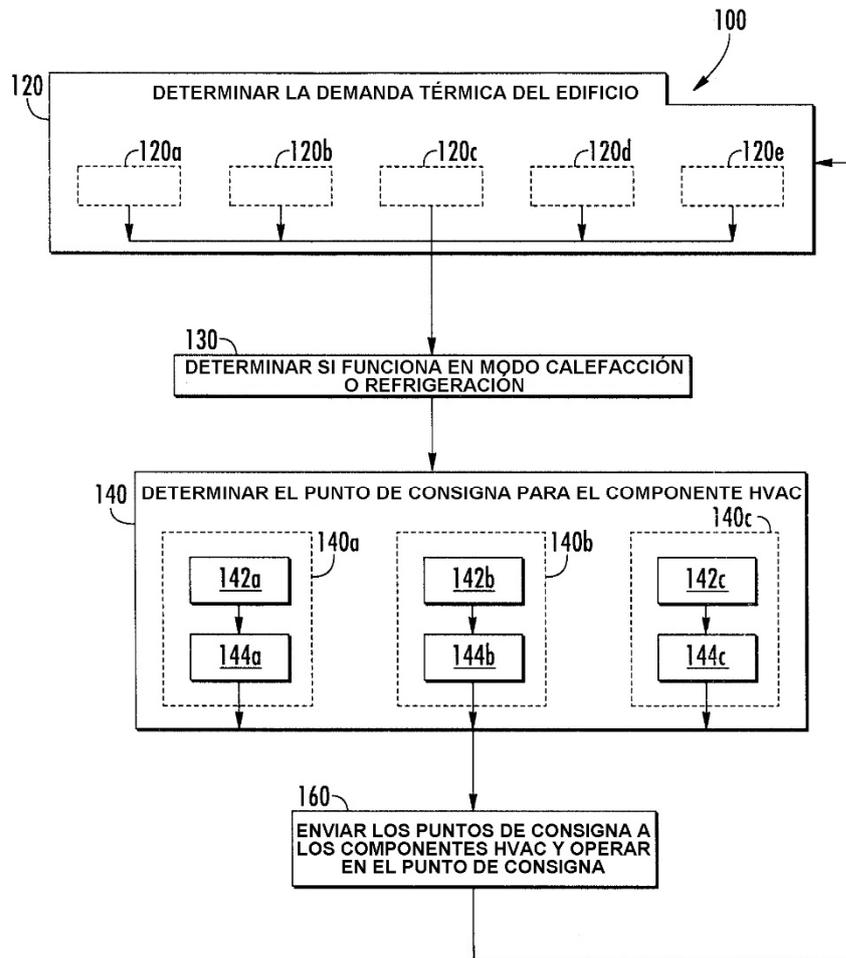


FIG. 3